

## Анализ потребления реактивной мощности в электрических сетях 0,4-10 кВ

*Виноградов А.А., к.т.н., доц., Нестеров М.Н., к.т.н., доц.*

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

Анализ работы электрических сетей промышленных предприятий г. Белгорода показал, что режим потребления реактивной мощности изменяется в широких пределах (табл. 1), коэффициент реактивной мощности ( $\text{tg}\varphi$ ) составляет  $0.188 \div 0.760$ .

Таблица 1. Необходимая расчетная мощность компенсирующих устройств (КУ), кВАр

Период эксплуатации	Потребитель, №					
	1	2	3	4	5	6
Лето	714,3	0,0	147,9	136,7	81,0	163,7
Зима	3319,2	0,0	289,9	172,5	0,0	413,8

С ростом потребления реактивной мощности растут потери электроэнергии. Необходимая мощность компенсирующих устройств на границе раздела балансовой принадлежности сетей энергоснабжающей организации и потребителя с учетом всех ограничений должна удовлетворять неравенству:

$$Q_K \geq (1.1 \div 1.15) Q_n - Q_{\Delta}, \quad Q_p = (1.1 \div 1.15) Q_n,$$

где  $Q_K$  – реактивная мощность КУ в данном узле,  $Q_n$  – реактивная мощность, потребляемая нагрузкой,  $Q_p$  – необходимый резерв реактивной мощности в данном узле,  $Q_{\Delta} = Q_{\Delta} - \Delta Q$  – реактивная мощность, задаваемая энергосистемой потребителю,  $\Delta Q$  – потери реактивной мощности в элементах электрической сети,  $Q_{\Delta}$  – реактивная мощность, генерируемая энергосистемой в данном узле.

Ориентировочная мощность КУ по данным суточных графиков нагрузок предприятий в режимные дни для обеспечения коэффициента реактивной мощности 0.329 рассчитывалась по формуле:

$$Q_{\text{кн}} = P_{\text{н}} (\text{tg}\varphi_1 \cdot \text{tg}\varphi_2),$$

где  $P_{\text{н}}$  – активная мощность потребителя,  $\text{tg}\varphi_1$  – коэффициент реактивной мощности потребителя,  $\text{tg}\varphi_2$  – коэффициент реактивной мощности, соответствующий значению 0.329. Результаты расчета приведены в табл. 2.

Таблица 2. Значения коэффициента реактивной мощности потребителей

Период эксплуатации	Потребитель, №					
	1	2	3	4	5	6
Лето	0,431	0,267	0,566	0,522	0,349	0,585
Зима	0,558	0,270	0,536	0,532	0,188	0,760

Системы электроснабжения потребителей можно характеризовать ростом несимметричных и нелинейных нагрузок, что приводит к значительному искажению синусоидальности напряжения и тока. Это искажение вызвано в основном применением нового электротехнического оборудования, содержащего электронные элементы. Высшие гармоники напряжения и тока ухудшают работу электрооборудования, систем автоматики, релейной защиты, телемеханики, связи и высокотехнологичного компьютеризированного оборудования, вызывают дополнительные потери в электрических машинах, трансформаторах и сетях, сокращают срок их службы, приводят к перегрузке по току конденсаторных батарей, ускоряют старение изоляции электрооборудования, ложное срабатывание предохранителей и автоматических выключателей, сбои микропроцессорных систем. При этом фазное напряжение, кроме основной частоты, может

содержать постоянную составляющую и высшие гармоники

$$u_{\phi} = U_{\phi 0} + U_{\phi k} \sin(k \omega t + \phi_k),$$

где  $k, \phi_k$  – номер и начальная фаза гармоники,  $\omega$  – частота первой гармоники.

Модули напряжений высших гармоник могут увеличиваться до опасных для оборудования значений при атмосферных воздействиях и коммутациях элементов сети [1]. Результаты исследований несинусоидальности напряжения в электрических сетях Белгородского предприятия МЭС центра свидетельствуют о выходе значений коэффициента искажений синусоидальности кривой напряжения за пределы ГОСТ 13109-97 [2] на всех проверяемых подстанциях.

С целью повышения эффективности работы электрооборудования сетей, необходимо сокращать потребление реактивной мощности, проводить мероприятия по ограничению высших гармоник. Наиболее распространенным средством ограничения высших гармоник является применение многофазных схем выпрямления, преобразовательных установок, фильтров, настроенных на определенные частоты, силовых резонансных фильтров, состоящих из последовательно соединенных реакторов и конденсаторных батарей, настроенных на подавление соответствующих  $k$ -х гармоник.

Рекомендуются к применению помехозащитные устройства СФП (суперфильтры), ТФ (трансфильтры), ТПП (трансформаторные подстанции помехозащитные), КН (корректоры напряжения сети питания), ДИСОП (диссипативные ограничители перенапряжения). Эти устройства защищают вычислительные центры, АТС, технологические линии, компьютеры и т.п. от помех из сети питания. Применение сверхбыстрого анализатора электроэнергии ELSPEC обеспечивает анализ электросети до 63-й гармоники. Автоматизированная система коммерческого учета потребления электроэнергии (АСКУЭ), а также системы контроля и управления режимами систем электроснабжения требуется на всех уровнях, от межсистемных подстанций и крупных промышленных потребителей до систем коммунального электроснабжения бытовых потребителей.

### **Литература**

1. Смирнов С.С., Коверников Л.И. Влияние коммутаций элементов сети на режим высших гармоник // Промышленная энергетика. - 2000 - №8 с.45 – 48.
2. Шатковский А.А., Власенко И.Н. Качество электроэнергии // Вестник Белгородгосэнергонадзора. – 2001 - №1 с.50 – 54.